

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-081471

(43)Date of publication of application : 21.03.2000

(51)Int.Cl.

G01R 33/02
B23K 1/00
H01F 1/153
H01L 43/00
H01R 4/02

(21)Application number : 10-338022

(71)Applicant : AICHI STEEL WORKS LTD
MORI KANEO

(22)Date of filing : 27.11.1998

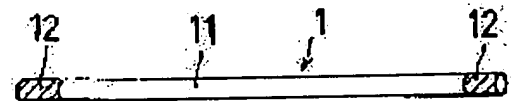
(72)Inventor : FUJII HIDEKI
KOYA YOSHIKI
MOTOKURA YOSHINOBU
MORI KANEO

(30)Priority

Priority number : 10184979 Priority date : 30.06.1998 Priority country : JP

(54) MAGNETIC IMPEDANCE ELEMENT EXCELLENT AGAINST THERMAL SHOCK AND
MECHANICAL VIBRATION AND MAGNETIC IMPEDANCE SENSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an amorphous wire
magnetic impedance(MI) element allowing easy junction such as
solder joint.SOLUTION: A MI element 1 has an amorphous wire 11 and
metal solder 12 formed on two surface parts of the amorphous
wire 11 which are spaced apart at a predetermined interval. This
MI sensor has a base part, having a placement surface and
conducting parts located in positions across the placement
surface, and the amorphous wire supported at its center part on
the placement surface and joined to each conducting part via
the metal solder formed on the surface parts leading to the
center part. Since the metal solder is applied to the surface
parts, wettability is so well that firm welding with other metals is
made possible with the use of the solder or the like. Thus, a
junction resistant to mechanical vibration and thermal distortion
such as temperature cycles is obtained.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-81471

(P2000-81471A)

(43) 公開日 平成12年3月21日 (2000.3.21)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
G 0 1 R 33/02		G 0 1 R 33/02	D
B 2 3 K 1/00	3 3 0	B 2 3 K 1/00	3 3 0 D
H 0 1 F 1/153		H 0 1 L 43/00	
H 0 1 L 43/00		H 0 1 R 4/02	Z
H 0 1 R 4/02		H 0 1 F 1/14	C
審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 8 頁)			

(21) 出願番号 特願平10-338022

(22) 出願日 平成10年11月27日 (1998. 11. 27)

(31) 優先権主張番号 特願平10-184979

(32) 優先日 平成10年6月30日 (1998. 6. 30)

(33) 優先権主張国 日本 (JP)

(71) 出願人 000116655

愛知製鋼株式会社

愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地

(71) 出願人 000244383

毛利 佳年雄

愛知県名古屋市天白区島田黒石1213番地

(72) 発明者 藤井 秀樹

愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製
鋼株式会社内

(74) 代理人 100081776

弁理士 大川 宏

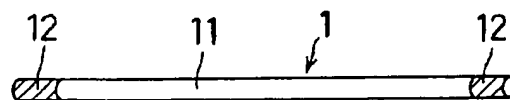
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱衝撃および機械振動に優れた磁気インピーダンス素子及び磁気インピーダンスセンサ

(57) 【要約】

【課題】 はんだ接合等の接合の容易なアモルファスワイヤ磁気インピーダンス (MI) 素子を提供する。

【解決手段】 このMI素子は、アモルファスワイヤと該アモルファスワイヤの所定間隔を隔てた2つの表面部分に形成された金属メッキとを有する。またこのMIセンサは、載置面と該載置面を隔てた位置に各々導電部とをもつ基部と、中央部が該載置面上に支持され該中央部に連なる表面部分に形成された金属メッキを介して各該導電部に接合されたアモルファスワイヤとを有する。表面部分に金属めっきが施されているため濡れ性が良くはんだ等で他の金属と強固な溶接が可能となる。このため機械的な振動および冷熱サイクル等の熱歪みに強い接合体となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 アモルファスワイヤと該アモルファスワイヤの所定間隔を隔てた2つの表面部分に形成された金属メッキとを有することを特徴とする磁気インピーダンス素子。

【請求項2】 前記金属めっきはAu、Ag、Cu、Ni等の遷移金属元素のめっきである請求項1記載の磁気インピーダンス素子。

【請求項3】 前記アモルファスワイヤはアモルファスCo合金ワイヤである請求項1記載の磁気インピーダンス素子。

【請求項4】 前記2つの表面部分は前記アモルファスワイヤの両端部の表面部分である請求項1記載の磁気インピーダンス素子。

【請求項5】 前記金属めっきは前記2つの表面部分のみに形成されている請求項1記載の磁気インピーダンス素子。

【請求項6】 載置面と該載置面を隔てた位置に各々導電部をもつ基部と、中央部が該載置面上に支持され該中央部に連なり該導電部と接触する表面部分に形成された金属メッキを介して各該導電部に接合されたアモルファスワイヤとを有することを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項7】 前記金属めっきはAu、Ag、Cu、Ni等の遷移金属元素のめっきである請求項6記載の磁気インピーダンスセンサ。

【請求項8】 前記接合がはんだ付けで行なわれている請求項6記載の磁気インピーダンスセンサ。

【請求項9】 前記はんだ付け接合が金属パッドを介してなされている請求項8記載の磁気インピーダンスセンサ。

【請求項10】 前記はんだ付け接合が2個の前記金属パッドで挟持された状態ではんだ接合されている請求項9記載の磁気インピーダンスセンサ。

【請求項11】 前記金属パッドは、はんだ接合される側にNiめっき、Ni-Bめっき、AuめっきまたはNi-Auめっきがされている請求項9または請求項10記載の磁気インピーダンスセンサ。

【請求項12】 前記接合が超音波ボンディングで行なわれている請求項6記載の磁気インピーダンスセンサ。

【請求項13】 前記載置面は前記基部の溝の底面として形成されている請求項6記載の磁気インピーダンスセンサ。

【請求項14】 前記アモルファスワイヤを中心にして該アモルファスワイヤと非接触に巻かれたバイアスコイルをもつ請求項6記載の磁気インピーダンスセンサ。

【請求項15】 前記アモルファスワイヤを中心にして該アモルファスワイヤと非接触に巻かれたフィードバックコイルをもつ請求項6記載の磁気インピーダンスセンサ。

【請求項16】 前記アモルファスワイヤを中心にして該アモルファスワイヤと非接触に巻かれたバイアスコイル及びフィードバックコイルをもつ請求項6記載の磁気インピーダンスセンサ。

【請求項17】 前記バイアスコイル及び前記フィードバックコイルは樹脂でモールドされている請求項16記載の磁気インピーダンスセンサ。

【請求項18】 少なくとも前記アモルファスワイヤを覆う電波シールドケースをもつ請求項6記載の磁気インピーダンスセンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動車用等の磁気インピーダンスセンサ（以下、MIセンサという）に用いられる磁気インピーダンス素子（以下、MI素子という）に関するものである。

【0002】

【従来技術】外部磁場によってアモルファスワイヤのインピーダンスが大きく変化する磁気インピーダンス（MI）効果を用いたMIセンサが提案されている。このMIセンサは、ホール素子やMR素子と同程度の微小寸法が可能で、磁界の検出感度がホール素子やMR素子の100倍以上であり、フラックスゲートセンサと同程度のセンサとして知られている。

【0003】MIセンサは、検出体であるアモルファスワイヤとアモルファスワイヤの高周波インピーダンスを測定する電子回路とよりなる。アモルファスワイヤは、通常20～130ミクロン程度の太さを有するCo系のアモルファスワイヤが使用される。このCo系のアモルファスワイヤは500数十℃で再結晶し、再結晶した場合にはMI効果が完全に消失してしまう。このことから、はんだ付け等の際にははんだ付け温度の上限が300℃とされている。

【0004】このようなアモルファスワイヤは、ピアノ線より硬く、さらには一般のはんだ材料、例えば、Sn60%-Pb40%のはんだ材料との間では合金層を形成しないという性質がある。従って、はんだ付けにおいてははんだはアモルファスワイヤと単に機械的に接触するだけとなる。従来、Co系アモルファスワイヤをはんだ付けする場合には、先ず、アモルファスワイヤの表面をエメリー研磨紙等により粗面に仕上げて酸化膜を除去し、さらにフラックスを使用して表面の汚れを除去する。その後、図13に示すようにプリント基板等の基部2の表面に形成された銅等の導電体21からなる導電パターン2の接合部に、溶融はんだ4を比較的高く盛り、そしてこの溶融はんだ4内にアモルファスワイヤ11を挿入して、溶融はんだ4を冷却固化する。これによりアモルファスワイヤ11が接合部に対して電氣的に接続されるようにしている。

【0005】しかしながら、このようなはんだ付け方法

においては、Co系アモルファスワイヤは、はんだに対する濡れ性が悪いので、はんだ付けの際には、はんだが表面張力によって、アモルファスワイヤの表面からはじかれることになる。従って、上述のようにはんだ付けした場合には、アモルファスワイヤ11とはんだ6との境界面を観察すると図14に示すように、アモルファスワイヤ11の表面に対して、はんだ6は、部分的に接触するだけとなり、はんだ6の欠落した部分61が生じる。

【0006】このようにして得られるMIセンサを、車載化可能かどうかの耐久性を調べるための冷熱サイクル試験において、 $-40^{\circ}\text{C}\sim+80^{\circ}\text{C}$ の条件下で液槽中に浸漬する液槽試験を繰り返すと100回の冷熱サイクル試験ではんだ接合が不具合となるといった問題があった。この接触不良の問題を解決するために多方面で検討されているがいまだ解決されていない。

【0007】また、MIセンサの直線性を向上させたり、検出範囲を拡大するために、検出体であるアモルファスワイヤの周囲にコイルが巻かれるが、アモルファスワイヤは直径が $30\sim120\mu\text{m}$ と細いために直接巻くことができず、コイルが中空状態で提供され、振動に極めて弱い構造になっていた。これらのことにより、MI素子は、熱衝撃や機械的振動に弱く、車載化が困難であった。

【0008】本発明は、これらの問題点を克服するもので、熱衝撃や機械的振動に強く、車載化等が可能な耐久性を有するMI素子を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明者はアモルファスワイヤの濡れ性を改善するため種々検討した結果、アモルファスワイヤにめっきを僅かに施すことによりMI効果を維持した状態ではんだに対する濡れ性が改善されることを発見した。そしてさらに検討を深め、接合する表面部分のみをめっきすることによりMI効果を犠牲にすること無く濡れ性が改善されることを確認し、本発明のMI素子を完成したものである。

【0010】さらに本発明者はアモルファスワイヤのMI機能を奏するアモルファスワイヤの中央部を基部に支持した状態で基部に固定することによりアモルファスワイヤに歪みを与えることなく基部に一体化できることを確認し、取扱の容易なMIセンサを得ることを可能とし、本発明のMIセンサを完成したものである。すなわち、本発明のMI素子は、アモルファスワイヤと該アモルファスワイヤの所定間隔を隔てた2つの表面部分に形成された金属メッキとを有することを特徴とする。また、本発明のMIセンサは、載置面と該載置面を隔てた位置に各々導電部とをもつ基部と、中央部が該載置面上に支持され該中央部に連なり該導電部と接触する表面部分に形成された金属メッキを介して各該導電部に接合されたアモルファスワイヤとを有することを特徴とする。

【0011】本発明のMI素子は2つの表面部分に金属

めっきが施されている。この表面部分は濡れ性が良いためはんだ等で他の金属と強固な溶接が可能となる。このため機械的な振動および冷熱サイクル等の熱歪みに強い接合体の形成が可能となる。本発明のMIセンサはアモルファスワイヤが基部の載置面に支持されている。このためアモルファスワイヤに重力による歪みが発生しない。このため安定して磁気を正確に測定できる。また、アモルファスワイヤは基部の導電部に表面部分に形成された金属めっきを介して接合されている。このためこのMIセンサは機械的な振動および冷熱サイクル等の熱歪みに強い。

【0012】

【発明の実施態様】本発明のMI素子はアモルファスワイヤと該アモルファスワイヤの所定間隔を隔てた2つの表面部分に形成された金属メッキとを有する。アモルファスワイヤとしては導電性を有するアモルファスワイヤをそのまま使用することができる。代表的なアモルファスワイヤとしてはFeCoSiBを挙げることが出来る。アモルファスワイヤの直径は $10\mu\text{m}\sim100\mu\text{m}$ 程度のものでよい。また、長さは $0.3\text{mm}\sim30\text{mm}$ 程度のものでよい。通常直径が $30\mu\text{m}$ で、有効長さ（接合部間距離）が 1mm 程度のものが用いられている。

【0013】めっきの形成された表面部分は濡れ性が改善されている。従って、めっきされた表面部分は他の金属と接合が可能となる。めっきされた2つの表面部分の間がMI機能を奏する部分となる。めっきの形成された表面部分は少なくとも所定間隔を隔てた2つの部分を必要とする。しかし、種々の目的によりめっきの形成された表面部分を3つあるいはそれ以上とすることが出来る。さらにはアモルファスワイヤの全面に極めて薄いめっきを形成することもできる。めっきが薄い場合は、例えばめっき厚 $0.5\mu\text{m}$ でも使用可能な出力電圧を得ることができる。

【0014】参考までに図1にめっきの厚さとMI機能との関係を示す。この場合はアモルファスワイヤの前面に、種々のめっき厚のめっきを均一に施している。めっきは無電解めっき、電解めっき、化学的蒸着(CVD)、物理的蒸着(PVD)で形成することができる。めっき金属としてはAu、Ag、Cu、Ni等の遷移金属元素が好ましい。

【0015】アモルファスワイヤとめっきの接合がどのようにして達成されているのかは明らかではない。金属元素の状態アモルファスワイヤ表面に付着し、めっき金属がアモルファスワイヤ表面の凹部に入り込んで楔状に固定されているものと考えられる。本発明のMI素子の接合を図2により具体的に説明する。図2において、MI素子1はアモルファスワイヤ11とその両端部の表面部分に形成された金属めっき12とからなる。基板2はガラスエポキシ板からなりその上面に金属

めっきで形成された導電部21をもつ。接合は、基板2の導電部21上にM1素子1の金属メッキ12を当接し、導電部21とめっき12との間に溶融はんだを接触させることで接合できる。すなわち、メッキ12により、アモルファスワイヤ11のはんだ濡れ性が改善され、めっき層12とはんだ材料との間で合金層を作るために、はんだ付けの際には、はんだが表面張力によって、アモルファスワイヤ11の表面からはじかれることがなくなり容易に接合することができる。

【0016】さらに、好ましい接合方法は、図3に示すように、M1素子1のアモルファスワイヤ11の端部のめっき12と導電部21とはんだ接合を放熱作用の高い金属パッド3を介して行なう。はんだ接合においては、はんだを溶かす以上の熱が必要であるが、必要以上に熱を加えると、過剰な熱量によるめっき12の破壊がおこるとともに、アモルファスワイヤ11に対する入熱が大きくなり、アモルファスワイヤ11の再結晶によるM1効果の消失が起りやすくなる。

【0017】従って、必要以上の熱をできるだけ、アモルファスワイヤ11に伝達しないようにする必要がある。そこでアモルファスワイヤ11のはんだ接合を放熱作用の高い金属パッド3を介して行ない、はんだ接合時の必要以上の熱は、金属パッド3に蓄熱され、アモルファスワイヤ11に伝達しないようにする。金属パッド3には、はんだとのぬれ性を改善するためにNiめっき、Ni-Bめっき、AuめっきまたはNi-Auめっきをした方が望ましい。

【0018】さらに、好ましくは、図4に示すようメッキ12をもつアモルファスワイヤ11を2つの放熱作用の高いめっきされた金属パッド3及び3ではさみこんで、はんだ付けする。これにより、はんだを高く盛る必要がなくなり、図5に示すように必要最低限のはんだ量によるはんだづけが可能となる。それゆえ、はんだ付けに必要な熱量を小さく抑えることができる。従って、過剰な熱量によるめっきあるいはめっきとはんだ合金層の破壊を抑えることができるとともに、アモルファスワイヤ11に対する入熱も低く抑えることができ、アモルファスワイヤ11の再結晶によるM1効果の消失を起りにくくなる。

【0019】さらに、好ましくは、図6のようにメッキをもつM1素子1を2つの放熱作用の高い金属パッド3および3ではさみこんではんだ接合する際に、はんだ供給の方法として、パッド3、3にめっきしたはんだ4またははんだ箔もしくははんだペーストを用い、これをパッド3、3間に挿入し熱を加える。このはんだ接合のための必要なはんだ量は、本来わずかであり、線状で供給される糸はんだと異なり、最初からはんだ量を一定化できるために、必要以上のはんだを溶かす必要がなくなり、はんだ付けに必要な熱量を小さく抑えることができる。従って、過剰な熱量によるめっきあるいはめっきと

はんだ合金層の破壊を抑えることができるとともに、アモルファスワイヤ11に対する入熱も低く抑えることができ、アモルファスワイヤ11の再結晶によるM1効果の消失を起りにくくなる。

【0020】図7のようにメッキをもつM1素子1を2つの放熱作用の高いめっきされた金属パッド3及び3ではさみこんではんだ接合する際に、はんだ接合におけるはんだ供給の方法として、パッド3、3にめっきしたはんだ4、はんだ箔、はんだペーストを用いこれをパッド3、3間に挿入し、熱供給の方法として、レーザ、赤外線、はんだごて5を用いる。これにより、熱を金属パッド3にスポット的に一定量与えることができるので、過剰な熱量によるめっきあるいはめっきとはんだ合金層の破壊を抑えることができるとともに、アモルファスワイヤに対する入熱も低く抑えることができ、アモルファスワイヤの再結晶によるM1効果の消失を起りにくくなる。

【0021】本発明のM1センサは、少なくとも基部とアモルファスワイヤとを持つ。基部は非磁性の電気絶縁体で形成され、アモルファスワイヤが支持される載置面とこの載置面を隔てた位置にそれぞれ形成された導電部とをもつ。電気絶縁体としては合成樹脂、セラミックスを用いることが出来る。基部に形成される載置面はアモルファスワイヤに変形を与えることなく支持するものである。通常アモルファスワイヤは直線状であるため載置面はアモルファスワイヤの長さとはほぼ同じ長さアモルファスワイヤの直径に相当する幅をもつ平坦面、断面が弧状の筒状内周面とすることができる。

【0022】なお、載置面はU字形溝あるいは凹溝、V溝等の底面に形成することができる。これらの溝の両側の側壁部分が底の載置面に支持されるアモルファスワイヤを保護する保護壁となる。導電部は基部にアモルファスワイヤを固定するとともにアモルファスワイヤを電気回路に組み込む端子となるものである。この導電部は基部の表面にめっき等で形成しても、金属片を基部に機械的にあるいは接着剤等で接合して固定しても良い。また、金属片としてはリード線、金属パッド等を用いてもよい。

【0023】導電部の表面と載置面の表面とは同一面になるようにするのが好ましい。これによりアモルファスワイヤはめっきが形成された表面部分も含めて基部の導電部および載置面に連続して支持されることになる。これによりアモルファスワイヤに作用する重力によるアモルファスワイヤの変形を避けることができる。導電部でのアモルファスワイヤの接合は、アモルファスワイヤの表面部分に形成された金属めっきを介して達成される。この接合に低融点のはんだを使用することができる。また、超音波ボンディングではんだを用いることなく接合することもできる。アモルファスワイヤの表面部分に形成された金属めっきと導電部の少なくとも表面部分の金

属はAu、Ag、Cu、Ni等の遷移金属とするのが好ましい。

【0024】導電部とアモルファスワイヤの表面部分のめっきとをはんだで接合するとき、金属パッドを介してはんだ付けするのが好ましい。また、2個の金属パッドでアモルファスワイヤの表面部分のめっきを挟持した状態ではんだ接合するのが好ましい。金属パッドのはんだ接合される側にNiめっき、Ni-Bめっき、AuめっきまたはNi-Auめっきがされているのが好ましい。

【0025】超音波ボンディングを行う場合には、アモルファスワイヤの表面部分のめっき及び導電部の表面部分の金属は共に同じAu、Al等とするのが好ましい。本発明のM1センサはバイアスコイル及びまたはフィードバックコイルをもつものとするのが好ましい。これらバイアスコイル及びフィードバックコイルはアモルファスワイヤが支持されている基部の一部をコイルの巻き付けられるポピンとし、ポピンとともにアモルファスワイヤを中心にして導線を巻き付けコイルとするのが好ましい。なお、コイルとアモルファスワイヤとは接触しないようにする必要がある。

【0026】バイアスコイル及びフィードバックコイルは樹脂でモールドされて基部と一体化するのが好ましい。さらに本発明のM1センサは少なくともアモルファスワイヤを覆う電波シールドケースをもつものとするのが好ましい。磁気シールドケースはAl、Cuおよびこれらの金属を含む樹脂等の非磁性の導電材料で形成する必要がある。なお、センサー全体を磁気シールドケース内に収納してもよい。

【0027】

【作用効果】本発明のM1素子はアモルファスワイヤの所定間隔を隔てた2つの表面部分に形成された金属めっきをもつ。この金属めっきはアモルファスワイヤの表面に強固に固定されている。かつこの金属めっきは濡れ性がよいためにはんだ等に容易に接合することができる。このためにはんだ溶接及び超音波ボンディング等で接合したものは、めっきとはんだ材料との間で合金層を作るために強固な接合が可能となる。このため接合したものの冷熱サイクル特性が向上する。

【0028】また、はんだ付けが容易になるので、はんだ付け時間も少なく済み、はんだ付けに必要な熱量を小さく抑えることができる。従って、過剰な熱量によるめっきの破壊を抑えることができるとともに、アモルファスワイヤに対する入熱も低く抑えることができ、アモルファスワイヤの熱に起因する再結晶によるM1効果の消失も起りにくくなる。

【0029】ボールボンディングによる接合は、有効アモルファス長を全長に対して3%以下の精度で接合できる。すなわち、M1センサの有効アモルファスワイヤ長に比例した抵抗値をバラツキなく製造できる。それにより回路側のゲインと0点調整を簡便に済ますことができ

る。本発明のM1センサはアモルファスワイヤが基部の載置面に支持されている。このためアモルファスワイヤに重力による歪みが発生しない。このため安定して磁気を正確に測定できる。また、アモルファスワイヤは基部の導電部に表面部分に形成された金属めっきを介して接合されている。このためこのM1センサは機械的な振動および冷熱サイクル等の熱歪みに強い。また、はんだ付けが容易になるので、より低い温度及び短い時間で接合が可能となる。このため加熱による結晶化を抑制でき、高感度のセンサとなる。

【0030】

【実施例】（実施例1）本発明の実施例のM1素子1を図8に示す。このM1素子1は直径30μm、長さ1.2mmのFeCoSiBの組成をもつアモルファスワイヤ11とこの両端部0.2mmの表面部分に形成された厚さ0.5μmのAuメッキ12とからなる。このAuめっき12は電解めっきで形成されたものである。

【0031】このM1素子1の接合性を見るためにはんだ接合と超音波ボンディングの2種類の方法で接合試験を行った。はんだ接合は2個の金属パッドでM1素子のAuめっきをはさんで、はんだごてにて熱を供給する方法を採用した。具体的には、はんだごての先端を図7に示すように一方のパッドの表面に3秒間押し当てることにより行った。パッドにめっきされたはんだが溶融し、M1素子のAuのメッキと合金層を形成し、接合された。また、はんだ付けに必要な熱量を小さく抑えることができるので、熱量過剰によるはんだ合金層の破壊を抑えることができた。

【0032】超音波ボンディングは、図9に示すよう

に、このM1素子1のAuめっき12をAuめっきされたCuよりなる金属板2上に置き、この上に金ボール6をかぶせ、超音波ボンディング端子で押圧して超音波を当て、金ボール超音波ボンディングを行った。なお、比較のためにAuめっきをしていない同じアモルファスワイヤを用いて上記と同じ金属パッドと同じはんだ及び同じ金ボール超音波ボンディングを行い2種類の比較例の試料を得た。

【0033】これら4種類の接合体試料を-40℃から+85℃に加熱され再び-40℃に戻る1サイクルを5分とする油液槽に投入して衝撃的な熱衝撃サイクル試験を実施した。実施例のM1素子1を用いた2種類の試料はいずれも4000回のサイクル試験後でも接合のゆるみ、脱落等の不都合は見られなかった。一方、比較例のアモルファスワイヤに直接接合した2種類の試料は100サイクルに至らない内に接合が破壊され、金属板とアモルファスワイヤが分離した。

【0034】さらに同じ4種類の試料について耐振動性を調べた。この振動試験は、加速度54m/s²、周波数を10~400Hzの振動を与えて、その耐久性を評価する試験である。本発明の実施例の2種類の試料は、

車載化に必要な100万回以上の振動にも耐えることができた。他方、比較例の2種類の試料では1万回に至らないうちに破損した。

【0035】参考までに、2個の金属パッド間に挟んではんた接合をした実施例の試料を3,500回の前記熱衝撃サイクル試験後の断面顕微鏡写真、及び比較例の100回の前記熱衝撃試験後の断面顕微鏡写真を図10に示す。実施例のものはワイヤとはんだとが一体的に接合しているが、比較例のものはワイヤとはんだとの境界に間隙が形成されワイヤとはんだとが分離しているのがわかる。

【0036】このように本実施例1のMI素子は優れた接合性をもつことが確認された。

(実施例2) 本発明の実施例2のMIセンサの斜視図を図11に示す。このMIセンサは高さ約2.5mm、横約3mm、幅約1.8mmのもので、図12に一部斜視図を示す基部2と実施例1と同じMI素子1とバイアスコイル7、フィードバックコイル8及びモールド9とからなっている。

【0037】基部2はアクリル樹脂を切削により製作したもので、上面に開口するV字断面溝201をもつ断面一定の柱状の支持部210と、この支持部210と一体的にその両側にそれぞれ形成された脚部220と、各脚部220の上面に一体的に接合された、それぞれ間隔を隔てて3個ずつ合計6個の表面にAuめっき層を有する導電部230とからなる。なお、V字断面溝201の底は支持面を形成し、この底と導電部230の上面とは同一高さ、すなわち同一面になるように形成されている。

【0038】このMIセンサには、MI素子1が基部2のV字断面溝201の底の支持面に支持された状態で配置され、MI素子1のアモルファスワイヤの両端部のNiめっきがそれぞれ中央の導電部230の上面に接している。そして両端部のNiめっきとそれぞれ中央の導電部230の上面とが、図9に示すように、両端部のNiめっき上にかぶせた金ボールを超音波ボンディング端子で押圧して超音波を当て、金ボール超音波ボンディングを行ったものである。

【0039】この状態で、基部2の支持部210にバイアスコイル7およびフィードバックコイル8が巻かれ、それぞれのコイルの端部が残りの4個の導電部230に同じ金ボール超音波ボンディングを施している。その後液状樹脂をこれらバイアスコイル7およびフィードバックコイル8上に含浸硬化させてモールド9を形成したものである。

*【0040】この実施例のMIセンサではケースが使用されていないが、このMIセンサはアルミニウム製のケースに収納されて使用される。本実施例のMIセンサについても実施例1と同じ熱衝撃サイクル試験及び振動試験を実施した。このMIセンサは、4000回の熱衝撃サイクル試験及び100万回の振動にも耐え、これら試験後においてもMI機能の劣化は見られず、実用に耐えるものであることが明らかとなった。

【図面の簡単な説明】

【図1】 めっきの厚さとMI機能との関係を示す線図である。

【図2】 本発明のMI素子の接合方法を示す斜視図である。

【図3】 1個の金属パッド内ではんだ接合されたMI素子を示す斜視図である。

【図4】 2個の金属パッド内ではんだ接合されたMI素子を示す斜視図である。

【図5】 2個の金属パッド内ではんだ接合されたMI素子を示す断面図である。

【図6】 2個の金属パッド内ではんだ供給を示す断面図である。

【図7】 2個の金属パッド内での熱供給の方法を示す図である。

【図8】 実施例1のMI素子の斜視図である。

【図9】 超音波ボンディングの金ボールの配置を示す斜視図である。

【図10】 熱衝撃サイクル試験後の接合断面を示す顕微鏡写真図である。

【図11】 実施例2のMIセンサの斜視図である。

【図12】 実施例2のMIセンサに用いた基部の一部の斜視図である。

【図13】 従来のアモルファスワイヤのはんだ接合を示す斜視図である。

【図14】 従来のアモルファスワイヤのはんだ接合の接合状態を示す断面図である。

【符号の説明】

1: MI素子 2: 基部 3: 金属パッド

4: はんだ

5: 超音波振動端子 7: バイアスコイル7 8:

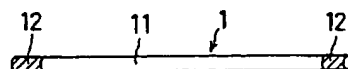
フィードバックコイル

9: モールド 11: アモルファスワイヤ 1

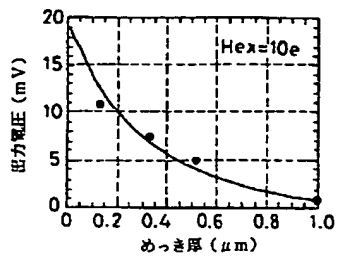
2: めっき

21: 導電部

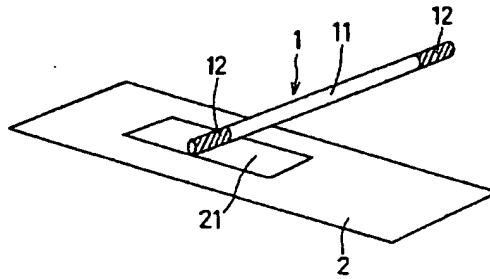
【図8】



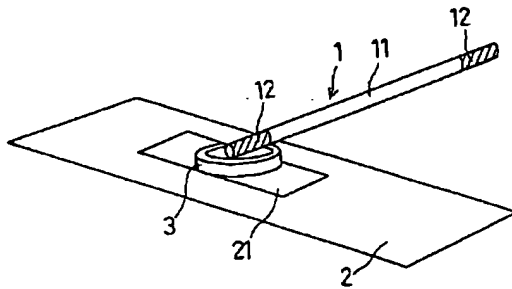
【図1】



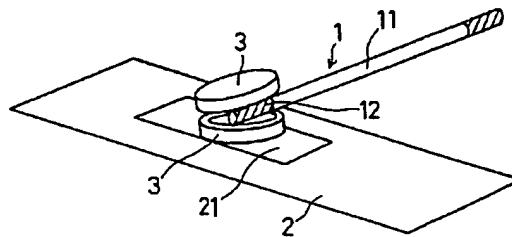
【図2】



【図3】

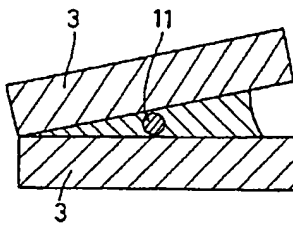


【図4】

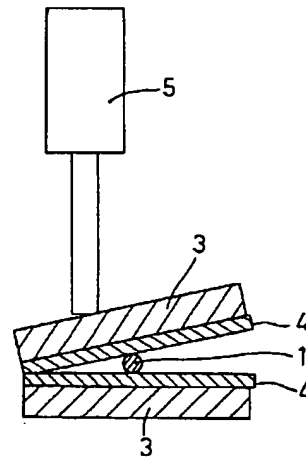
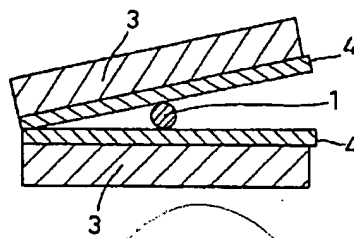


【図7】

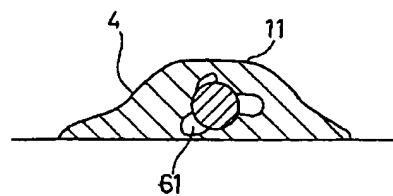
【図5】



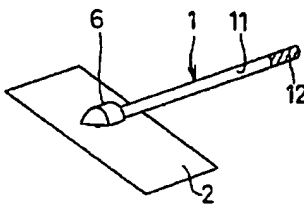
【図6】



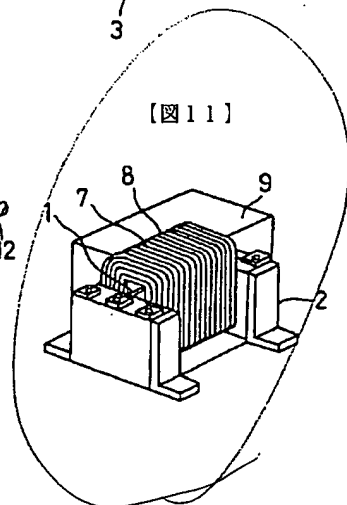
【図14】



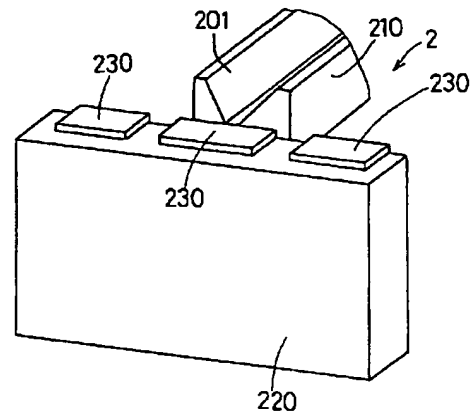
【図9】



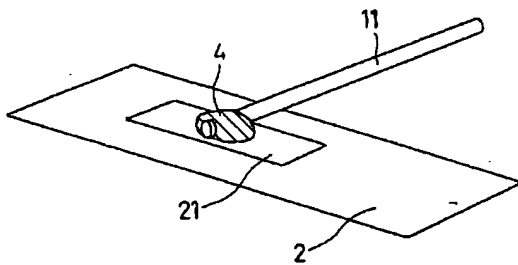
【図11】



【圖 12】



【圖 13】



(72)発明者 本蔵 義信
愛知県東海市荒尾町ワノ割 1 番地 愛知製
鋼株式会社内
(72)発明者 毛利 佳年雄
愛知県名古屋市天白区天白町島田黒石 3911
番地の 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)